

Одеський національний університет імені І.І.Мечникова

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет математики, фізики та інформаційних технологій

(повне найменування інституту/факультету)

Кафедра теоретичної механіки

(повна назва кафедри)

## Дипломна робота

на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

на тему: «Комп'ютерне моделювання складного руху матеріальної точки»

«Computer simulation of complex motion of material point»

Виконав: студент денної форми навчання

спеціальності 126 Інформаційні системи та технології

Ткачук Дмитро Володимирович

Керівник к.ф.-м.н., доцент Рачинська А.Л.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали, підпис)

Рецензент д.т.н., професор Волков В.Е.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали, підпис)

Рекомендовано до захисту:

Захищено на засіданні ЕК № 3

Протокол засідання кафедри

протокол № \_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2019 р.

№ \_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2019 р.

Оцінка \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
(за національною шкалою, шкалою ECTS, бали)

Завідувач кафедри

Голова ЕК

Асланов С.К.

Арсирій О.О.

(підпис)

(підпис)

Одеса – 2019

## АНОТАЦІЯ

Дипломна робота: 55 сторінки, 4 розділи, 17 рисунків, 6 додатків  
КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНОГО РУХУ  
МАТЕРІАЛЬНОЇ ТОЧКИ

Об'єкт дослідження – модель відносного руху для різних значень параметрів системи.

Ціль роботи – дослідження багатопараметричної системи рівнянь руху точки.

Метод дослідження – прикладна інформаційна система чисельного дослідження складного руху матеріальної точки.

## **ANNOTATION**

Thesis: 55 pages, 4 sections, 17 drawings, 6 applications

### **COMPUTER SIMULATION OF COMPLEX MOTION OF MATERIAL POINT**

The object of study is a model of relative motion for different values of system parameters.

The purpose of this work is to study a multi-parameter system of equations of motion of a point.

Research Method is an applied information system for numerical study of complex motion of a material point.

## ЗМІСТ

ВВЕДЕННЯ.....	6
1 ІСНУЮЧІ ПІДХОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ ДИФЕРЕНЦІЙНИХ СИСТЕМ РІВНЯНЬ РУХУ.....	7
1.1 Основні визначення та поняття.....	7
1.2 Класифікація численних методів розв'язання задачі Коші.....	11
1.3 Одноточкові методи розв'язання задачі Коші на ЕОМ.....	13
1.4 Метод Рунге-Кутта.....	19
2. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНОГО РУХУ МАТЕРІАЛЬНОЇ ТОЧКИ .....	22
2.1 Моделювання складного руху матеріальної точки .....	22
2.2 Моделювання складного руху матеріальної точки по шорсткій трубці.....	25
2.3 Моделювання складного руху матеріальної точки в середовищі з опором.....	27
3. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ .....	30
3.1 Опис пакетів класів.....	30
3.2 Загальний опис .....	31
4. КОМП'ЮТЕРНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДНОГО РУХУ ТОЧКИ .....	33
4.1 Дослідження руху точки у класичній моделі.....	33
4.2 Дослідження руху точки з урахуванням сили тертя.....	37
4.3 Дослідження руху точки з урахуванням сили опору середовища...41	
ВИСНОВОК.....	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	46
Додаток 1.....	47
Додаток 2.....	48
Додаток 3.....	49
Додаток 4.....	53

Додаток 5.....	54
Додаток 6.....	55

## ВВЕДЕННЯ

В даній роботі розглядається питання комп'ютерного моделювання руху матеріальної точки у відносній системі координат [1-2].

Ціллю цієї роботи є дослідження багатопараметричної системи рівнянь руху точки. Об'єктом дослідження даної роботи є моделювання можливого руху для різних значень параметрів системи. Предметом дослідження є складний рух матеріальної точки, а також отримання діапазонів можливих значень параметрів системи.

Для вирішення задачі моделювання руху матеріальної точки пропонується вирішити наступні підзадачі:

- 1) побудова найпростішої моделі руху для ідеально гладкою трубки, при рівномірному обертанні системи в переносному русі;
- 2) отримання аналітичного і чисельного рішень для найпростішої моделі;
- 3) побудова моделі руху з урахуванням сили тертя трубки і її чисельне рішення;
- 4) побудова моделі руху з урахуванням сили опору середовища і її чисельне рішення;

Цінність теми впливає з можливості замінити дорогі фізичні експерименти на чисельні експерименти в віртуальній реальності.

Актуальність теми диктується потужним розвитком робототехніки. Промисловий робот в якості виконавчого пристрою має маніпулятор - механічну руку з кількома ступенями рухливості. Рух маніпулятора – це складний рух, що досліджується в даній дипломній роботі.

## ВИСНОВОК

В даній роботі досліджено задачу комп'ютерного моделювання руху матеріальної точки у відносній системі координат. Побудовано багатопараметричну систему рівнянь руху точки. Змодельовано можливий рух для різних значень параметрів системи. Проведено дослідження відносного руху матеріальної точки.

Для вирішення задачі моделювання руху матеріальної точки вирішено наступні підзадачі:

- 1) побудована класична модель руху для ідеально гладкою трубки, при рівномірному обертанні системи в переносному русі;
- 2) отримано аналітичне та чисельне рішення для класичної моделі;
- 3) побудована модель руху з урахуванням сили тертя трубки і її чисельне рішення;
- 4) побудована модель руху з урахуванням сили опору середовища і її чисельне рішення;

Розроблено Windows-додаток, що імітує віртуальну лабораторію проведення дослідження.

## СПИСОК ВИКОРИСТОНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики. Часть 1. Динамика системы материальных точек./Издание 4, переработанное и дополненное Таргом С.М// - М...:Наука, 1965. – с. 183 -200
2. Яблонский А.А. Курс теоретической механики./ Издательство «Высшая школа» - 1966. – 520 с.
3. Калиткин Н.Н. Численные методы./ Математика/ - М. : Наука. 1978. – 512с.
4. Шилдт Г. Полный справочник по С#. /. М.: Издательский дом «Вильямс». 2004 – 740 с.
5. Джесс Либерти. Программирование на С#./ 2-е издание.
6. Эндрю Троелсен. С# и платформа .NET. / Библиотека программиста/ Москва, Санкт-Петербург: Издательство «Питер». – 2004. – 785 с.
7. Культин Н.Б. С# в задачах и примерах. – БХВ.-Петербург, 2007. – 240с. : с иллюстрациями.
8. Ткачук Д. Комп'ютерне моделювання складного руху матеріальної точки / Дмитро Ткачук / Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «ВІТЧИЗНЯНА НАУКА НА ЗЛАМІ ЕПОХ: ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ» Вип. 55, 2019. – С. 83 - 87.